

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-261797

(P2000-261797A)

(43) 公開日 平成12年9月22日 (2000.9.22)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

キーワード (参考)

H 0 4 N 7/24

H 0 4 N 7/13

Z 5 B 0 5 7

G 0 6 T 1/20

C 0 6 F 15/66

K 5 C 0 5 9

審査請求 未請求 請求項の数20 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平11-57272

(22) 出願日 平成11年3月4日 (1999.3.4)

(71) 出願人 000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(72) 発明者 長沼 次郎

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本

電信電話株式会社内

(72) 発明者 岩崎 裕江

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本

電信電話株式会社内

(74) 代理人 100088328

弁理士 金田 暢之

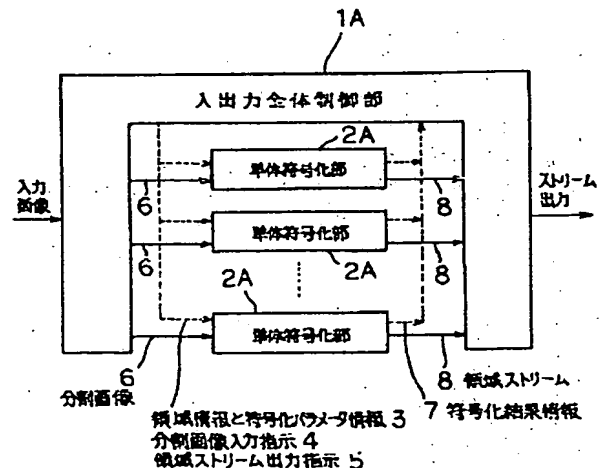
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 並列ソフトウェア画像符号化方法、および並列ソフトウェア画像符号化プログラムを記録した記録媒体

(57) 【要約】

【課題】 領域分割による画像の並列符号化を、複数の計算機資源を有する並列計算機上にソフトウェアで構築する。

【解決手段】 分割された領域の分割画像を指定された符号化パラメータで符号化し、符号化結果と領域ストリームを出力する複数の単体符号化部2Aと、入力画像を複数の領域に分割し、複数の単体符号化部2Aのストリームをひとつに結合し、複数の単体符号化部2Aを制御する入出力全体制御部1Aとが複数の計算機資源に割り当てられている。入出力全体制御部1Aから複数の単体符号化部2Aへ、分割画面入力の指示と領域ストリーム出力の指示を出して複数の分割画像6と複数の領域ストリーム8の入出力タイミングを制御し、入出力全体制御部1Aと単体符号化部2Aの間で、画面分割の領域情報、各単体符号化部の符号化パラメータ情報、各単体符号化部の符号化結果情報の情報授受を行い、符号化処理単位で同期してこれらの情報を更新する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 画像を入力し、入力画像を複数の領域に分割し、分割された各領域を複数の符号化器を用いて並列に符号化し、ストリームを出力する並列ソフトウェア画像符号化方法であって、

分割された領域の分割画像を指定された符号化パラメータで符号化し、符号化結果と領域ストリームを出力する複数の単体符号化部と、入力画像を複数の領域に分割し、かつ、前記複数の単体符号化部のストリームをひとつに結合し、かつ、複数の単体符号化部を制御する入力全体制御部とを複数の計算機資源に割り当て、前記入出力全体制御部から前記複数の単体符号化部へ、分割画像入力の指示と領域ストリーム出力の指示を出して複数の分割画像と複数の領域ストリームの入出力タイミングを制御し、かつ、前記入出力全体制御部と前記複数の単体符号化部の間で、画像分割の領域情報、各単体符号化部の符号化パラメータ情報、各単体符号化部の符号化結果情報の情報授受を行い、符号化処理単位で同期してこれらの情報を更新し、所定の画像符号化を実現する並列ソフトウェア画像符号化方法。

【請求項2】 前記入出力全体制御部は、各単体符号化部へ領域情報と符号化パラメータ情報を送信し、分割画像の入力を指示し、各単体符号化部から符号化結果情報を受信し、前記領域情報と符号化パラメータ情報を更新し、各単体符号化部に領域ストリームの出力を指示し、前記単体符号化部は、前記領域情報と符号化パラメータ情報を受信し、担当する分割画像を入力し、符号化処理を行い、前記入出力全体制御部に符号化結果情報を送信し、領域ストリームを出力する、請求項1記載の方法。

【請求項3】 画像を入力し、入力画像を複数の領域に分割し、分割された領域を複数の符号化器を用いて並列に符号化し、ストリームを出力する並列ソフトウェア画像符号化方法であって、分割された第1の領域以外の領域を指定された符号化パラメータで符号化し、符号化結果と領域ストリームを出力する複数の単体符号化部と、入力画像を複数の領域に分割し、かつ、複数の単体符号化部のストリームをひとつに結合し、複数の単体符号化部を制御し、かつ、第1の領域を指定された符号化パラメータで符号化し、符号化結果と領域ストリームを出力する入出力符号化全体制御部とを複数の計算機資源に割り当て、前記入出力符号化全体制御部から前記複数の単体符号化部へ、分割画像入力の指示と領域ストリーム出力の指示を出して複数の分割画像と複数の領域ストリームの入出力タイミングを制御し、かつ、前記入出力符号化全体制御部と前記複数の単体符号化部の間で、画像分割の領域情報、各単体符号化部の符号化パラメータ情報、各単体符号化部の符号化結果情報の情報授受を行い、符号化処理単位で同期してこれらの情報を更新し、所定の画像符

号化を実現する並列ソフトウェア画像符号化方法。

【請求項4】 前記入出力符号化全体制御部は、各単体符号化部に領域情報と符号化パラメータ情報を送信するとともに、分割画像入力を指示し、第1の領域の符号化処理を行い、各単体符号化部から第1の領域以外の符号化結果情報を受信し、前記領域情報と符号化パラメータ情報を更新し、各単体符号化部に第1の領域以外の領域ストリームの出力を指示する、請求項3記載の方法。

【請求項5】 画像分割の領域情報として各単体符号化部の担当するスライス数を用い、各単体符号化部の符号化結果情報として、複雑さ指標あるいは発生符号量と平均量子化パラメータを用い、各単体符号化部の符号化パラメータ情報として目標符号量を用いる、請求項1から4のいずれか1項記載の並列ソフトウェア画像符号化方法。

【請求項6】 前記入出力全体制御部は、各単体符号化部の発生符号量の総和からピクチャ全体の発生符号量を求めるステップと、各単体符号化部の平均量子化パラメータからピクチャ全体の平均量子化パラメータを求めるステップと、前記ピクチャ全体の発生符号量と前記ピクチャ全体の平均量子化パラメータの積をとり、ピクチャ全体の複雑さ指標を求めるステップと、過去のピクチャ全体の複雑さ指標とGOPの残りの符号化量からピクチャ全体の目標符号量を算出するステップと、各単体符号化部の複雑さ指標とそれらの総和を算出するステップと、前記複雑さ指標の総和に対する各単体符号化部の複雑さ指標の比率と前記ピクチャ全体の目標符号量の積を各単体符号化部が処理するピクチャの目標符号量とするステップにより、各単体符号化部が処理するピクチャの目標符号量を算出し、各単体符号化部に与える、請求項5記載の方法。

【請求項7】 各単体符号化部は、担当するピクチャの発生符号量が目標符号量に一致するように符号量を制御しながら当該ピクチャの各マクロブロックを符号化することを全てのマクロブロックについて行なった後、発生符号量と平均量子化パラメータを算出する、請求項5または6記載の方法。

【請求項8】 各単体符号化部の符号化結果情報として、さらに符号化処理時間を用いる、請求項5から7のいずれか1項記載の方法。

【請求項9】 前記入出力全体制御部は、各単体符号化部の符号化処理時間の総和からピクチャ全体の符号化処理時間を求めるステップと、前記ピクチャ全体の符号化処理時間をピクチャ全体のスライス数で割り、ピクチャ全体での符号化処理速度を算出するステップと、各単体符号化部の符号化処理時間を担当したスライス数で割り、各単体符号化部の符号化処理速度を算出するステップと、各単体符号化部の符号化処理速度のピクチャ全体での符号化処理速度の比に応じて、各単体符号化部の担当スライス数を算出し、各単体符号化部に与えるステッ

ブによりスライス数を更新する、請求項8記載の方法。

【請求項10】 前記各単体符号化部は、タイマーを呼び出し、ピクチャ符号化開始時刻を得、担当するピクチャの発生符号量が目標符号量に一致するように符号量を制御しながら各マクロブロックを符号化し、全てのマクロブロックの符号化処理が終了すると、タイマーを呼び、ピクチャ符号化終了時刻を得て、ピクチャ符号化終了時刻-ピクチャ符号化開始時刻として符号化処理時間を算出する、請求項8または9記載の方法。

【請求項11】 画像を入力し、入力画像を複数の領域に分割し、分割された各領域を複数の符号化処理を用いて並列に符号化し、ストリームを出力する並列ソフトウェア画像符号化プログラムであって、

分割された領域の分割画像を指定された符号化パラメータで符号化し、符号化結果と領域ストリームを出力する複数の単体符号化処理と、入力画像を複数の領域に分割し、かつ、前記複数の単体符号化処理のストリームをひとつに結合し、かつ、複数の単体符号化処理を制御する入出力全体制御処理とを有し、

前記入出力全体制御処理から前記複数の単体符号化処理へ、分割画像入力の指示と領域ストリーム出力の指示を出して複数の分割画像と複数の領域ストリームの入出力タイミングを制御し、かつ、前記入出力全体制御処理と前記複数の単体符号化処理の間で、画像分割の領域情報、各単体符号化処理の符号化パラメータ情報、各単体符号化処理の符号化結果情報の情報授受を行い、符号化処理単位で同期してこれらの情報を更新し、所定の画像符号化を実現する並列ソフトウェア画像符号化プログラムを記録した記録媒体。

【請求項12】 前記入出力全体制御処理は、各単体符号化処理へ領域情報と符号化パラメータ情報を送信し、分割画像の入力を指示し、各単体符号化処理から符号化結果情報を受信し、前記領域情報と符号化パラメータ情報を更新し、各単体符号化処理に領域ストリームの出力を指示し、

前記単体符号化処理は、前記領域情報と符号化パラメータ情報を受信し、担当する分割画像を入力し、符号化処理を行い、前記入出力全体制御処理に符号化結果情報を送信し、領域ストリームを出力する、請求項11記載の記録媒体。

【請求項13】 画像を入力し、入力画像を複数の領域に分割し、分割された領域を複数の符号化処理を用いて並列に符号化し、ストリームを出力する並列ソフトウェア画像符号化プログラムであって、

分割された第1の領域以外の領域を指定された符号化パラメータで符号化し、符号化結果と領域ストリームを出力する複数の単体符号化処理と、入力画像を複数の領域に分割し、複数の単体符号化処理のストリームをひとつに結合し、複数の単体符号化処理を制御し、かつ、第1の領域を指定された符号化パラメータで符号化し、符号

化結果と領域ストリームを出力する入出力符号化全体処理とを有し、

前記入出力符号化全体制御処理から前記複数の単体符号化処理へ、分割画像入力の指示と領域ストリーム出力の指示を出して複数の分割画像と複数の領域ストリームの入出力タイミングを制御し、かつ、前記入出力符号化全体制御処理と前記複数の単体符号化処理の間で、画像分割の領域情報、各単体符号化処理の符号化パラメータ情報、各単体符号化処理の符号化結果情報の情報授受を行い、符号化処理単位で同期してこれらの情報を更新し、所定の画像符号化を実現する並列ソフトウェア画像符号化プログラムを記録した記録媒体。

【請求項14】 前記入出力符号化全体制御処理は、各単体符号化処理に領域情報と符号化パラメータ情報を送信するとともに、分割画像入力を指示し、第1の領域の符号化処理を行い、各単体符号化処理から第1の領域以外の符号化結果情報を受信し、前記領域情報と符号化パラメータ情報を更新し、各単体符号化処理に第1の領域以外の領域ストリームの出力を指示する、請求項13記載の記録媒体。

【請求項15】 画像分割の領域情報として各単体符号化処理の担当するスライス数を用い、各単体符号化処理の符号化結果情報として、複雑さ指標あるいは発生符号量と平均量子化パラメータを用い、各単体符号化処理の符号化パラメータ情報として目標符号量を用いる、請求項11から14のいずれか1項記載の記録媒体。

【請求項16】 前記入出力全体制御処理は、各単体符号化処理の発生符号量の総和からピクチャ全体の発生符号量を求める手順と、各単体符号化処理の平均量子化パラメータからピクチャ全体の平均量子化パラメータを求める手順と、前記ピクチャ全体の発生符号量と前記ピクチャ全体の平均量子化パラメータの積をとり、ピクチャ全体の複雑さ指標を求める手順と、過去のピクチャ全体の複雑さ指標とGOPの残りの符号化量からピクチャ全体の目標符号量を算出する手順と、各単体符号化処理の複雑さ指標とそれらの総和を算出する手順と、前記複雑さ指標の総和に対する各単体符号化部の複雑さ指標の比率と前記ピクチャ全体の目標符号量の積を各単体符号化処理が処理するピクチャの目標符号量とする手順により、各単体符号化処理が処理するピクチャの目標符号量を算出し、各単体符号化処理に与える、請求項15記載の記録媒体。

【請求項17】 各単体符号化処理は、担当するピクチャの発生符号量が目標符号量に一致するように符号量の制御しながら当該ピクチャの各マクロブロックを符号化することを全てのマクロブロックについて行なった後、発生符号量と平均量子化パラメータを算出する、請求項15または16記載の記録媒体。

【請求項18】 各単体符号化処理の符号化結果情報として、さらに符号化処理時間を用いる、請求項15から

17のいずれか1項記載の記録媒体。

【請求項19】 前記入出力全体制御処理は、各単体符号化処理の符号化処理時間の総和からピクチャ全体の符号化処理時間を求める手順と、前記ピクチャ全体の符号化処理時間をピクチャ全体のスライス数で割り、ピクチャ全体での符号化処理速度を算出する手順と、各単体符号化処理の符号化処理時間を担当したスライス数で割り、各単体符号化処理の符号化処理速度を算出する手順と、各単体符号化処理の符号化処理速度のピクチャ全体での符号化処理速度の比に応じて、各単体符号化処理の担当スライス数を算出し、各単体符号化処理に与える手順によりスライス数を更新する、請求項18記載の記録媒体。

【請求項20】 前記各単体符号化処理は、タイマーを呼び出し、ピクチャ符号化開始時刻を得、担当するピクチャの発生符号量が目標符号量に一致するように符号量を制御しながら各マクロブロックを符号化し、全てのマクロブロックの符号化処理が終了すると、タイマーを呼び、ピクチャ符号化終了時刻を得、ピクチャ符号化終了時刻-ピクチャ符号化開始時刻として符号化処理時間を算出する、請求項18または19記載の記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、入力画像を複数の領域に分割し、複数の符号化器を用いて、各領域を並列に符号化する領域分割による画像の並列符号化を、複数の計算機資源を有する並列計算機上にソフトウェアで構築する並列動画像符号化方法に関する。特に、近年の汎用マイクロプロセッサの著しい計算能力の向上を背景として、数台程度の小規模マルチプロセッサシステム上にソフトウェアによるリアルタイムMPEG-2ビデオエンコーダの実現を可能とする並列動画像符号化方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年の汎用マイクロプロセッサの計算能力の著しい向上により、従来、専用ハードウェアでしか実現できなかったMPEG-2ビデオエンコード処理が、ソフトウェアによってリアルタイム処理することも近い将来可能である。しかし、現状の最高速のマイクロプロセッサの計算能力でもリアルタイム処理にはまだ数倍程度の差がある。

【0003】一方、専用ハードウェアとしては、通常の標準TV方式であるNTSCに対応したシングルチップのMPEG-2 MP@MLビデオエンコーダLSIが開発されており、さらに高画質のHDTV方式を実現するため、これらのMPEG-2 MP@MLビデオエンコーダLSIを複数個用いて、領域分割による動画像の並列符号化技術によるHDTV対応のMPEG-2 MP@HLビデオエンコーダの開発が行われている（例えば、文献[1]）。また、領域分割による動画像の並列

符号化のための高性能な符号化アルゴリズムも提案されている（例えば、文献[2][3]）。

【0004】また、300台以上と現実的ではないが、並列計算機上にソフトウェアを用いて領域分割による動画像の並列符号化として、領域の分割法とプロセッサの割り当て法などが提案されている（例えば文献[4]）。

【0005】[1] 近藤、吉留、“HTDVエンコーダ”、第2回システムLSI琵琶湖ワークショップ'98、1998.11.

[2] 中村他、“画面分割によるMPEG-2 HDTV画像符号化の検討”、1998年画像符号化シンポジウム(PCSJ98)、pp.45-46、1998.

[3] 中村他、“動画像符号化装置および動画像符号化方法”、特願平10-270794.

[4] Shahriar M. Akramullah, et. al., "Performance of Software-based MPEG-2 Video Encoder on Parallel and Distributed Systems", IEEE Trans. Circuit and Systems for Video Technology, vol.7, no.4, Aug. 1997.

【0006】

【発明が解決しようとする課題】領域分割による動画像の並列符号化を、複数の計算機資源を有する並列計算機上にソフトウェアで構築する場合の問題点を挙げる。

【0007】[専用ハードウェアの処理をソフトウェアで実現した時の問題点] 文献[1]に示すような専用ハードウェアで実現する場合、符号化処理単位の入力画像、出力ストリーム、符号化処理の同期制御は、専用ハードウェア内部(LSI内部)で実現されている。具体的には、それぞれの処理の終了を示すハンドシェイクフラグ(詳細には数十を越える)を用いて、入力画像が到着すると、そのデータ到着に依存してそれ以降の符号化処理が起動され、また符号化処理が完了すると、ストリーム出力が起動される。また、画像の入力、ストリーム出力は独立したポートで実現されており、領域の符号化処理とはバッファを介して分離されており、一連の処理がデータ駆動的にパイプライン処理されるようにハードウェアが設計されている。

【0008】このように専用ハードウェアでは、符号化処理単位の同期制御はハードウェアが実現しているため、処理のオーバヘッドとならない。しかし、同様の動作をソフトウェアで実現した場合、多数のハンドシェイクフラグの更新を監視するポーリングによって、CPUパワーが浪費される。また、同期制御を実現しなかった場合、独立に動作する各領域を担当する符号化処理が、独立かつ非同期に入力画像を要求し、また、ストリーム出力を要求する。このように、並列ソフトウェアにとって高価な時間のかかる入出力が非同期に並列分散して発生するため、画像の入力とストリーム出力のために、多くの待ち時間が発生して、本来の符号化処理を複

数の計算機資源を用いて効率的に実行できない。

【0009】[従来のソフトウェアによる動画像の並列符号化の問題点] 文献[4]では、領域分割による並列符号化の原理的な動作として、初期の領域分割以外の何の情報の授受も発生しない理想的な領域の分割法とプロセッサの割り当て法を提案している。しかし、実際の画像の入力やストリームの出力などの処理のオーバーヘッド削減や、文献[2][3]などに示される実用的な領域分割による動画像の並列符号化のための高性能な符号化アルゴリズムに不可欠な符号化処理単位の同期動作の実現とこれらの処理の効率化のために、符号化処理単位の入力画像、出力ストリーム、領域の符号化処理の同期制御の必要性和重要性は言及していない。

【0010】以上示したように、領域分割による動画像の並列符号化を、複数の計算機資源を有する並列計算機上にソフトウェアで構築する場合のポイントは、符号化処理単位の入力画像、出力ストリーム、符号化処理の同期制御である。従来のソフトウェアによる領域分割による動画像の並列符号化の技術において、符号化処理単位の入力画像、出力ストリーム、符号化処理の同期制御するという概念は存在しなかった。また、専用ハードウェアのようなデータ駆動による同期制御を実現するには、処理のオーバーヘッドが大きく、処理の効率化が図れないという問題があった。これらのことは、近年の汎用マイクロプロセッサの著しい計算能力の向上を背景として、数台程度の小規模マルチプロセッサシステム上にソフトウェアによるリアルタイムMPEG-2ビデオエンコーダを実現する場合、従来技術では今後ますます深刻な問題となる。

【0011】本発明の目的は、入力画像を複数の領域に分割し、複数の符号化器を用いて、各領域を並列に符号化する領域分割による動画像の並列符号化を、複数の計算機資源を有する並列計算機上にソフトウェアで構築するのに好適な並列動画像符号化方法を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明は、入力画像を複数の領域に分割し、かつ、複数の単体符号化部のストリームをひとつに結合し、かつ、複数の単体符号化部を制御する入出力全体制御部と、分割された領域の分割画像を指定された符号化パラメータで符号化し、符号化結果とストリーム（以下領域ストリームと呼ぶ）を出力する複数の単体符号化部を複数の計算機資源に割り当て、入出力全体制御部から複数の単体符号化部へ、分割画像入力の指示、領域ストリーム出力の指示を出して複数の分割画像と複数の領域ストリームの入出力タイミングを制御し、かつ、入出力全体制御部と複数の単体符号化部の間で、画像分割の領域情報、各単体符号化部の符号化パラメータ情報、各単体符号化部の符号化結果情報の情報授受を行い、符号化処理単位で同期してこれらの情報を

更新し、所定の画像符号化を実現する。

【0013】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

【0014】図1を参照すると、本発明の第1の実施形態は、分割された領域を指定された符号化パラメータで符号化し、符号化結果情報7と領域ストリーム8を出力する複数の単体符号化部2Aと、入力動画をピクチャ単位で複数の領域に分割し、複数の単体符号化部2のストリームをひとつに結合し、かつ、複数の単体符号化部2を制御する入出力全体制御部1Aで構成されている。図中、3、4、5はそれぞれ、入出力全体制御部1Aから各単体符号化部2へ渡される情報である、画像分割の領域情報と各単体符号化部2Aの符号化パラメータ情報、分割画像入力指示、領域ストリーム出力指示である。図中、6は入出力全体制御部1Aから各単体符号化部2Aへ渡される分割画像である。図中7は、各単体符号化部2から入出力全体制御部1Aへ渡される、各単体符号化部2Aの符号化結果情報である。図中、8は各単体符号化部2Bから入出力全体制御部1Aへ渡される領域ストリームである。

【0015】入出力全体制御部1Aは、図2に示すように、各単体符号化部2Bへ、領域情報と符号化パラメータ情報3を送信し（ステップ11）、分割画像6の入力指示4を出し（ステップ12）、符号化結果情報7を各単体符号化部2Aから受信し（ステップ13）、符号化単位で同期して領域情報と符号化パラメータ情報3を更新し（ステップ14）、各単体符号化部2Bへ領域ストリーム8の出力指示5を出す（ステップ15）ことを、全てのピクチャについて行うことで（ステップ16）、所定の動画像符号化を実現する。単体符号化部2Aは、図3に示すように、領域情報と符号化パラメータ情報3を入出力全体制御部1Aから受信し（ステップ21）、担当する分割画像6を入出力全体制御部1Aから入力し（ステップ22）、符号化処理を行い（ステップ23）、符号化結果情報7を入出力全体制御部1Aへ送信し（ステップ24）、領域ストリーム8を入出力全体制御部1Aへ出力する（ステップ25）ことを終了指示があるまで繰り返す（ステップ26）。

【0016】図4を参照すると、本発明の第2の実施形態は、分割された第1の領域以外の領域を指定された符号化パラメータで符号化し、符号化結果7と領域ストリーム8を出力する複数の単体符号化部2Bと、入力動画をピクチャ単位で複数の領域に分割し、かつ、複数の単体符号化部2Bの出力ストリーム8をひとつに結合し、複数の単体符号化部2Bを制御し、かつ、第1の領域を符号化する入出力符号化全体制御部1Bで構成されている。図中3、4、5はそれぞれ入出力符号化全体制御部1Bから第1の領域以外の領域を担当する複数の単体符号化部2Bへ渡される情報である画像分割の領域情報

報と各単体符号化部2Bの符号化パラメータ情報、分割画像入力指示、領域ストリーム出力指示である。図中7は第1の領域以外の領域を担当する複数の単体符号化部2Bから入出力符号化全体制御部1Bへ渡される各単体符号化部の符号化結果情報である。図中6は入出力符号化全体制御部1Bから第1の領域以外の領域を担当する複数の単位符号化部2Bへ渡される分割画像であり、図中8は第1の領域以外の領域を担当する複数の単位符号化部2Bから入出力符号化全体制御部1Bへ渡される領域ストリーム出力である。

【0017】入出力符号化全体制御部1Bは、図5に示すように、領域情報と符号化パラメータ情報3の送信と分割画像6の入力指示4を第1の領域以外を担当する各単体符号化部2Bに行い（ステップ31、32）、第1の領域の単体符号化部の処理を行い（ステップ33）、第1の領域の符号化結果情報を出力するとともに、第1の領域以外の符号化結果情報7を受信し（ステップ34）、符号化処理単位で同期して領域情報と符号化パラメータ情報3を更新し（ステップ35）、第1の領域の領域ストリームを出力し、第1の領域以外の領域ストリーム8の出力を単位符号化部2Bに指示する（ステップ36）ことを、全てのピクチャについて行う（ステップ37）ことで、所定の動画像符号化を実現する。

【0018】図6を参照すると、本発明の第3の実施形態は、分割された領域を指定された符号化パラメータで符号化し、符号化結果と領域ストリームを出力する複数の単体符号化部2Cと、入力動画像をピクチャ単位で複数の領域に分割し、複数の単体符号化部2Cのストリームをひとつに結合し、かつ、複数の単体符号化部2Cを制御する入出力全体制御部1Cで構成されている。図中3'、4、5はそれぞれ入出力全体制御部1Cから複数の単位符号化部1Bへ渡される情報である画像分割の領域情報として「スライス数」と各単体符号化部2Cの符号化パラメータ情報として「目標符号量」、分割画像入力指示、領域ストリーム出力指示である。図中7'は複数の単位符号化部2Cから入出力全体制御部1Cへ渡される情報である、各単体符号化部2Cの符号化結果情報としての「複雑さ指標あるいは発生符号量と平均量子化パラメータ」である。図中6は入出力全体制御部1Cから複数の単位符号化部2Cへ渡される分割画像であり、図中8は複数の単位符号化部2Cから入出力全体制御部1Cへ渡される領域ストリームである。

【0019】入出力全体制御部1Cは、複数の単位符号化部2Cへ、分割画面入力指示4と領域ストリーム出力指示5を出して複数の分割画像6の入力と複数の領域ストリーム8の入出力タイミングを制御し、複数の単位符号化部2Cの間で、画面分割の領域情報として「スライス数」と各単体符号化部2Cの符号化パラメータ情報として「目標符号量」3と各単体符号化部2Cの符号化結果情報として「複雑さ指標あるいは発生符号量と平均量

子化パラメータ」7'の情報授受を行い、符号化処理単位で同期してこれらの情報を更新し、所定の動画像符号化を実現する。

【0020】図7を参照すると、本発明の第4の実施形態は、分割された第1の領域以外の領域を指定された符号化パラメータで符号化し、符号化結果と領域ストリームを出力する複数の単体符号化部2Dと、入力動画像をピクチャ単位で複数の領域に分割し、かつ、複数の単体符号化部2Dの出力ストリームをひとつに結合し、複数の単体符号化部2Dを制御し、かつ、第1の領域を符号化する入出力符号化全体制御部1Dで構成されている。図中3'、4、5はそれぞれ入出力符号化全体制御部1Dから第1の領域以外の領域を担当する複数の単位符号化部2Dへ渡される情報である画像分割の領域情報として「スライス数」と各単体符号化部の符号化パラメータ情報として「目標符号量」、分割画像入力指示、領域ストリーム出力指示である。図中7'は第1の領域以外の領域を担当する複数の単位符号化部2Dから入出力符号化全体制御部1Dへ渡される情報である、各単体符号化部1Dの符号化結果情報として「複雑さ指標あるいは発生符号量と平均量子化パラメータ」である。図中6は入出力符号化全体制御部1Dから第1の領域以外の領域を担当する複数の単位符号化部2Dへ渡される分割画像であり、図中8は第1の領域以外の領域を担当する複数の単位符号化部2Dから入出力符号化全体制御部1Dへ渡される領域ストリーム出力である。入出力符号化全体制御部1Dは、第1の領域以外の領域を担当する複数の単位符号化部2Dへ、分割画面入力指示4と領域ストリーム出力指示5を出して複数の分割画像6と複数の領域ストリーム8の入出力タイミングを制御し、かつ、第1の領域以外の領域を担当する複数の単位符号化部2Dの間で、画面分割の領域情報として「スライス数」と各単体符号化部の符号化パラメータ情報として「目標符号量」3'と各単体符号化部2Dの符号化結果情報として「複雑さ指標あるいは発生符号量と平均量子化パラメータ」7'の情報授受を行い、符号化処理単位で同期してこれらの情報を更新し、所定の動画像符号化を実現する。

【0021】第3の実施形態において、目標符号量3'、複雑さ指標あるいは発生符号量と平均量子化パラメータ7'を用いた具体的な符号化方法の詳細な例を示す。ここでは、符号化方法としてブロック単位の符号量制御が可能な符号化方法、具体的にはMPEG-1、MPEG-2またはH.26xなどの国際標準符号化方法に対応した方法を用いる。

【0022】まず、図8のフローチャートに従って、入出力全体制御部1Cにおける目標符号量3'、複雑さ指標あるいは発生符号量と平均量子化パラメータ7'を用いた更新の動作を説明する。なお、図8は、入出力全体制御部1Cの動作フローを示した図2中の「領域情報と符号化パラメータ情報の更新」における符号化パラメー

タの更新を示したものである。各単体符号化部2Cの発生符号量の総和から、ピクチャ全体の発生符号量を求める(ステップ41)。次に、各単体符号化部2Cの平均量子化パラメータと各分割画像の大きさの比率からピクチャ全体の平均量子化パラメータを求める(ステップ42)。以上に述べたピクチャ全体の発生符号量とピクチャ全体の平均量子化パラメータの積をとることでピクチャ全体の複雑さ指標を求める(ステップ43)。そして、過去のピクチャのピクチャ全体の複雑さ指標と処理中のGOP (Group of Picture) の残りの符号量から、これから処理するピクチャ全体の目標符号量を算出する(ステップ44)。次に、各単体符号化部2Cのピクチャの複雑さ指標として単体符号化部2Cのピクチャ発生符号量と平均量子化パラメータの積を算出し、同時に各単体符号化部2Cの複雑さ指標の総和を算出する(ステップ45)。以上の複雑さ指標の総和に対するある単体符号化部2Cの複雑さ指標の比率と前述のピクチャ全体の目標符号量の積を、単体符号化部2Cが処理するピクチャの目標符号量とする(ステップ46)。このようにして、それぞれの単体符号化部2Cの処理するピクチャの目標符号量を算出し、各単体符号化部2Cに与える。

【0023】次に、図9のフローチャートに従って、各単体符号化部2Cにおける符号化の動作における発生符号量と平均量子化パラメータ7'の算出の動作を説明する。なお、図9は、各単体符号化部2Cの動作フローを示した図3の中の「単体符号化部の処理」を詳細に示したものである。以下のステップ51、52、53は、各単体符号化部2Cにおいて並列に実行される。各単体符号化部2Cは、入出力全体制御部1Cから、これから処理する各分割画像のピクチャの目標符号量を与えられたのち、各ピクチャの符号化を次のように行う。各単体符号化部2Cは、担当するピクチャの発生符号量が目標符号量に一致するように符号量の制御をしながらそのピクチャの各マクロブロックを符号化する(ステップ51)。このマクロブロックの符号化を繰り返し(ステップ52)、マクロブロックが終了すると、各単体符号化部2Cは、発生符号量、平均量子化パラメータ7'を算出する(ステップ53)。

【0024】この実施の形態では、各領域の複雑さを表す指標として発生符号量と平均量子化パラメータ7'の積を符号量の配分に用いているが、この指標は同じ画像パターンであればどのような量子化を行ったかによらず一定の値になる傾向があり、この指標の比率に基づいて符号量を分配することで各領域の量子化の程度がほぼ平均化され、画像全体の平均的な画質の向上に有効である。また、本実施形態においては発生符号量と平均量子化パラメータの積を用いているが、各パラメータをべき乗して積をとった値、もしくはそのような値同士の和などで複雑さを表す指標とする方法も有効である。また、その指標に比例した符号量分配でなく、例えば極端に分

配が少なくなる場合には、それを制限したりするような措置をとることも有効である。

【0025】以上、図2と図3、および、その内部の具体的な符号化方法の詳細を示した図8と図9により、この実施の形態に述べたような複数の単体符号化部2Cが並列に符号化する場合の各単体符号化部2C間のピクチャ単位での適切な符号量分配が可能となり、画質の向上に寄与する。なお、入出力全体制御部を具体的な例として、詳細な動作に説明したが、入出力符号化全体制御部の場合も同様である。

【0026】図10を参照すると、本発明の第5の実施の形態は、分割された領域を指定された符号化パラメータで符号化し、符号化結果と領域ストリーム8を出力する複数の単体符号化部2Eと、入力動画をピクチャ単位で複数の領域に分割し、複数の単体符号化部2Eのストリームをひとつに結合し、かつ、複数の単体符号化部2Eを制御する入出力全体制御部1Eで構成されている。図中3'、4、5はそれぞれ入出力全体制御部1Eから複数の単体符号化部2Eへ渡される情報である画像分割の領域情報として「スライス数」と各単体符号化部2Eの符号化パラメータ情報として「目標符号量」、分割画像入力指示、領域ストリーム出力指示である。図中7'は複数の単体符号化部2Eから入出力全体制御部1Eへ渡される情報である、各単体符号化部2Eの符号化結果情報として「複雑さ指標あるいは発生符号量と平均量子化パラメータ」と「符号化処理時間」である。図中6は入出力全体制御部1Eから複数の単体符号化部2Eへ渡される分割画像であり、図中8は複数の単体符号化部2Eから入出力全体制御部1Eへ渡される領域ストリーム出力である。入出力全体制御部1Eは複数の単体符号化部2Eへ分割画像入力指示4と領域ストリーム出力指示5を出して複数の分割画像6と複数の領域ストリーム8の入出力タイミングを制御し、複数の単体符号化部2Eの間で、画像分割の領域情報として「スライス数」と各単体符号化部の符号化パラメータ情報として「目標符号量」3'と、各単体符号化部の符号化結果情報として「複雑さ指標あるいは発生符号量と平均量子化パラメータ」と「符号化処理時間」7'の情報授受を行い、符号化処理単位で同期してこれらの情報を更新し、所定の動画像符号化を実現する。

【0027】図11を参照すると、本発明の第6の実施の形態は、分割された第1の領域以外の領域を指定された符号化パラメータで符号化し、符号化結果と領域ストリームを出力する複数の単体符号化部2Fと、入力動画をピクチャ単位で複数の領域に分割し、かつ、複数の単体符号化部2Fの領域ストリーム8をひとつに結合し、複数の単体符号化部2Fを制御し、かつ、第1の領域を符号化する入出力符号化全体制御部1Fで構成されている。図中3'、4、5はそれぞれ入出力符号化全体制御部1Fから第1の領域以外の領域を担当する複数の

単位符号化部2Fへ渡される情報である画像分割の領域情報として「スライス数」と各単体符号化部2Fの符号化パラメータ情報として「目標符号量」、分割画像入力指示、領域ストリーム出力指示である。図中7'は第1の領域以外の領域を担当する複数の単位符号化部2Fから入出力符号化全体制御部1Fへ渡される情報である、各単体符号化部2Fの符号化結果情報としての「複雑さ指標あるいは発生符号量と平均量子化パラメータ」と「符号化処理時間」である。図中6は入出力符号化全体制御部1Fから第1の領域以外の領域を担当する複数の単位符号化部2Fへ渡される分割画像であり、図中8は第1の領域以外の領域を担当する複数の単位符号化部2Fから入出力符号化全体制御部1Fへ渡される領域ストリームである。

【0028】入出力符号化全体制御部1Fは、第1の領域以外の領域を担当する複数の単位符号化部2Fへ、分割画像入力指示4と領域ストリーム出力指示5を出して複数の分割画像6と複数の領域ストリーム8の入出力タイミングを制御し、第1の領域以外の領域を担当する複数の単位符号化部2Fの間で、画像分割の領域情報として「スライス数」と各単体符号化部の符号化パラメータ情報として「目標符号量」3'と各単体符号化部2Fの符号化結果情報として「複雑さ指標あるいは発生符号量と平均量子化パラメータ」と、「符号化処理時間」7'の情報授受を行い、符号化処理単位で同期してこれらの情報を更新し、所定の動画像符号化を実現する。

【0029】第5の実施形態において、領域情報としての「スライス数」、「符号化処理時間」を用いた具体的な符号化方法の詳細な例を示す。ここでは、符号化方法としてブロック単位の符号量制御が可能な符号化方法、具体的にはMPEG-1、MPEG-2またはH.26xなどの国際標準符号化方法に対応した方法を用いる。

【0030】まず、図12のフローチャートに従って、入出力全体制御部1Eにおける「スライス数」の「符号化処理時間」を用いた更新の動作を説明する。なお、図12は、入出力全体制御部1Eの動作フローを示した図2の中の「領域情報と符号化パラメータの更新」における領域情報の更新を示したものである。各単体符号化部2Eの符号化処理時間の総和からピクチャ全体の符号化処理時間を求める(ステップ61)。次に、ピクチャ全体の符号化処理時間をピクチャ全体のスライス数で割り、ピクチャ全体での符号化処理速度を算出する(ステップ62)。また、各単体符号化部2Eの符号化処理時間を担当したスライス数で割り、各単体符号化部2Eの符号化処理速度を算出する(ステップ63)。最後に、各単体符号化部2Eの符号化処理速度比(単体/全体)に応じて、各単体符号化部2Eの相当スライス数を算出する(ステップ64)。このようにして、それぞれの単体符号化部2Eの処理するスライス数を算出し、次に各単体符号化部2Eに与える。

【0031】次に、図13のフローチャートに従って、各単体符号化部2Eにおける符号化の動作における「符号化処理時間」の算出の動作を説明する。なお、図13は、各単体符号化部2Eの動作フローを示した図3の中の「単体符号化部の処理」を詳細に示したものである。以下のステップ71~74は、各単体符号化部2Eにおいて並列に実行される。各単体符号化部2Eは、入出力全体制御部1Eから、これから処理する各分割画像のピクチャの目標符号量が与えられたのち、各ピクチャの符号化を次のように行う。まず、タイマーを呼び出し、ピクチャ符号化開始時刻(T1)を得る(ステップ71)。次に、各単体符号化部2Eは、担当するピクチャの発生符号量が目標符号量に一致するように符号量の制御をしながらそのピクチャの各マクロブロックを符号化する(ステップ72)。このマクロブロックの符号化を繰り返し、マクロブロックが終了すると、タイマーを呼び出し、ピクチャ符号化終了時刻(T2)を得て、T2-T1として符号化処理時間を算出する。

【0032】この実施の形態では、符号化処理時間をタイマを用いて測定する方法を示したが、符号化処理速度を測定しても同様の処理を実現することができる。また、本実施の形態においては符号化処理時間から算出した符号化処理速度に比例して、担当するスライス数を分配する方法を示したが、分配に何らかの重み付けをしたり、それを制限したりするような措置をとることも有効である。

【0033】以上、図2と図3、およびその内部の具体的な符号化方法の詳細を示した図12と図13により、この実施の形態に述べたような複数の単体符号化部が並列に符号化する場合の各単体符号化部間のピクチャ単位での負荷に応じた適切なスライス数の分配が可能となり、複数の単体符号化部の符号化処理時間のバラツキを低減することにより、全体としての符号化処理の高速化に寄与する。なお、入出力全体制御部を具体的な例として、詳細な動作を説明したが、入出力符号化全体制御部の場合も同様である。

【0034】なお、本来、本発明の請求項5と請求項8は独立であるが、これらを併用して使用する時、この実施の形態に述べたような複数の単体符号化部が並列に符号化する場合、各単体符号化部間のピクチャ単位での適切な符号化分配が可能となり画質の向上に寄与するとともに、各単体符号化部間のピクチャ単位での負荷に応じた適切なスライス数の分配が可能となり、符号化処理の高速化に寄与するため、その効果は特に大きい。

【0035】なお、入力画像は静止画像であってもよい。

【0036】図14は、本発明の第1から第6の実施形態を、複数のプロセッサ、共有メモリ、ディスク、入出力機器のアダプタなどがシステムバスに結合された典型的な並列計算機(共有メモリ型マルチプロセッサ)上に

実装した例を示している。

【0037】この並列計算機は、ディスク82、共有メモリ83、プロセッサ85、86、アダプタ81₁、81₂がシステムバス84に結合されている。入力動画はディスク82（入力動画1）から、またはカメラ80、アダプタ81₁を経由して共有メモリ83（入力動画2）に配置され、それから入力される。一方、出力ストリームはディスク82あるいはネットワークなどのアダプタ81₂を経由してATMやTCP/IPなどのネットワーク（出力ストリーム2）に出力される。入出力全体制御部あるいは入出力符号化全体制御部はプロセッサ85中に、複数の単体符号化部はプロセッサ86中にタスク（プロセス）として実装されている。本発明が規定する各処理部の構成や、各処理時間の通信や制御は、例えば文献[5]に示すMPIなどの汎用並列処理ライブラリを用いて実現することができる。

【0038】図15は、本発明の第1から第6の実施形態を、複数の計算機がネットワークで結合された典型的な並列計算機（ネットワーク型マルチプロセッサ）上に実装した例を示している。計算機87、89がネットワークで互いに接続されている。計算機87にはディスク82とカメラ80が接続されている。入力動画は、ディスク82（入力動画1）あるいは、ビデオキャプチャなどを経由してカメラ画像が計算機87のメモリ（入力画像2）上に配置され、それから入力される。一方、出力ストリームは、ファイル（出力ストリーム1）、あるいは、ネットワーク88上（出力ストリーム2）に出力される。入出力全体制御部あるいは入出力符号化全体制御部と複数の単体符号化部はそれぞれの計算機87、89中にタスク（プロセス）として実装されている。

【0039】本発明が規定する各処理部の構成や、各処理時間の通信や制御は、例えば文献[5]に示すMPIなどの汎用並列処理ライブラリを用いて実現することができる。

【0040】[5] Message Passing Interface Forum, "(MPI): A Message-Passing Interface Standard", May 1995.

なお、本発明は、入力画像を複数の領域に分割し、複数の符号化器を用いて、各領域を並列に符号化する領域分割による動画の並列符号化を、複数の計算機資源を有する並列計算機上にソフトウェアで構築するのに好適な並列動画符号化方式を提供するため、入力動画をピクチャ単位で複数の領域に分割し、かつ、複数の単体符号化部のストリームをひとつに結合し、かつ、複数の単体符号化部を制御する入出力全体制御部と、分割された領域の分割画像を指定された符号化パラメータで符号化し、符号化結果と領域ストリームを出力する複数の単体符号化部を具備し、該入出力全体制御部から該複数の単体符号化部へ、分割画像入力の指示、領域ストリーム出

力の指示を出して複数の分割画像入力と複数の領域ストリーム出力の入出力タイミングを制御し、かつ、該入出力全体制御部と該複数の単体符号化部の間で、画面分割の領域情報、各単体符号化部の符号化パラメータ情報、各単体符号化部の符号化結果情報、の情報授受を行い、符号化処理単位で同期してこれらの情報を更新し、所定の動画符号化を実現することとを特徴とするため、動画符号化処理自体の内部構造や内部処理手法の詳細などは、特にここで規定するところではない。また、複数の計算機資源を有する並列計算機の構成法（共有メモリ型マルチプロセッサか、ネットワーク型マルチプロセッサか）なども特にここで規定するところではない。例えば、文献[5]に示すMPIなどの汎用並列処理ライブラリを用いることにより、並列計算機の構成法に依存せず共通に実装することも可能である。

【0041】また、以上説明した画像符号化方法は、画像符号化プログラムとして、FD（フロッピーディスク）、CD-ROM、MO（光磁気ディスク）等の記録媒体に記録し、パソコン等で実行するようにしてもよい。

【0042】

【発明の効果】以上、説明したように、本発明は、入力動画をピクチャ単位で複数の領域に分割し、かつ、複数の単体符号化部のストリームをひとつに結合し、かつ、複数の単体符号化部を制御する入出力全体制御部と、分割された領域の分割画像を指定された符号化パラメータで符号化し、符号化結果と領域ストリームを出力する複数の単体符号化部を複数の計算機資源に割り当て、該入出力全体制御部から該複数の単体符号化部へ、分割画像入力の指示、領域ストリーム出力の指示を出して複数の分割画像入力と複数の領域ストリーム出力の入出力タイミングを制御し、かつ、該入出力全体制御部と該複数の単体符号化部の間で、画面分割の領域情報、各単体符号化部の符号化パラメータ情報、各単体符号化部の符号化結果情報、の情報授受を行い、符号化処理単位で同期してこれらの情報を更新し、所定の動画符号化を実現することにより、以下に示すような効果がある。

【0043】（1）入力画像を複数の領域に分割し、複数の符号化器を用いて、各領域を並列に符号化する領域分割による動画の並列符号化を、複数の計算機資源を有する並列計算機上にソフトウェアで構築するのに好適な並列動画符号化方式を提供することができ、複数の計算機資源数に比例した高い並列台数効果を得ることができる。

【0044】（2）近年の汎用マイクロプロセッサの著しい計算能力の向上を背景として、数台程度の小規模マルチプロセッサシステム上にソフトウェアによるリアルタイムMPEG-2ビデオエンコードの実現を可能する並列動画符号化方法を提供することができる。

【0045】（3）複数の計算機資源の構成法（共有メモ

リ型マルチプロセッサか、ネットワーク型マルチプロセッサに依存せずに、MPIなどの汎用並列処理ライブラリを用いて、共通に実装することができるような枠組を提供することができる。

【0046】(4)請求項3記載の本発明に、特願平10-270794に示すような、領域分割による動画の並列符号化のための高性能な符号化の方式を適用することにより、並列計算機上にソフトウェアで実現された並列動画符号化処理の画品質を大幅に向上させることができる。

【0047】(5)請求項4記載の本発明を用いると、複数の計算機資源を有する並列計算機に本来の並列動画符号化処理以外の負荷変動がある場合、単体符号化部の処理時間に変動(負荷状態)に応じて、各単体符号化部に最適なスライス数を与えるような画面の動的分割を行うことにより、負荷変動に基づく処理時間のバラツキを抑制することができ、より高い台数効果を得ることができる。

【0048】このように、本発明が提供する、近年の汎用マイクロプロセッサの著しい計算能力の向上を背景とした数台程度の小規模マルチプロセッサシステム上にソフトウェアによるリアルタイムMPEG-2ビデオエンコードの実現を可能とする並列動画符号化方法の果たす役割は図りしれない。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態の構成図である。

【図2】第1の実施形態における入出力全制御部1Aの処理を示すフローチャートである。

【図3】第1の実施形態における単体符号化部2Aの処理を示すフローチャートである。

【図4】本発明の第2の実施形態の構成図である。

【図5】第2の実施形態における入出力全制御部1Bの処理を示すフローチャートである。

【図6】本発明の第3の実施形態の構成図である。

【図7】本発明の第4の実施形態の構成図である。

【図8】第3の実施形態における符号化パラメータの更新動作を示すフローチャートである。

【図9】第3の実施形態における発生符号量と平均量子化パラメータ算出のフローチャートである。

【図10】本発明の第5の実施形態の構成図である。

【図11】本発明の第6の実施形態の構成図である。

【図12】第5の実施形態における、スライス数の符号化処理時間を用いた更新動作を示すフローチャートである。

【図13】第5の実施形態における、符号化処理時間の算出動作を示すフローチャートである。

【図14】本発明の第1～第6の実施形態を共有メモリ型マルチプロセッサ上に実装した例を示す図である。

【図15】本発明の第1～第6の実施形態をネットワーク型マルチプロセッサ上に実装した例を示す図である。

【符号の説明】

1A～1F 入出力全制御部

2A～2F 単体符号化部

3 領域情報と符号化パラメータ情報

3' スライス数と目標符号量

4 分割画像入力指示

5 領域ストリーム出力指示

6 分割画像

7 符号化結果情報

7' 複雑さ指標あるいは発生符号量と平均量子化パラメータ

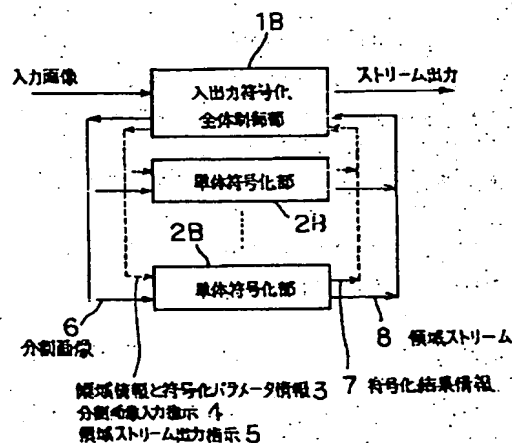
7'' 複雑さ指標あるいは発生符号量と平均量子化パラメータ、符号化処理時間

8 領域ストリーム

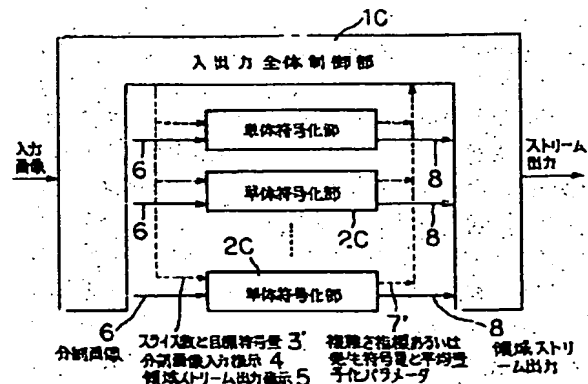
9 スライス量と目標符号量

11～16, 21～26, 31～37, 41～46, 51～53, 61～64, 71～74 ステップ

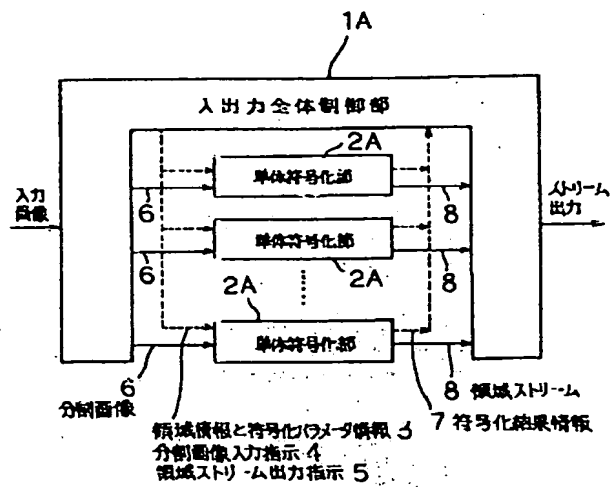
【図4】



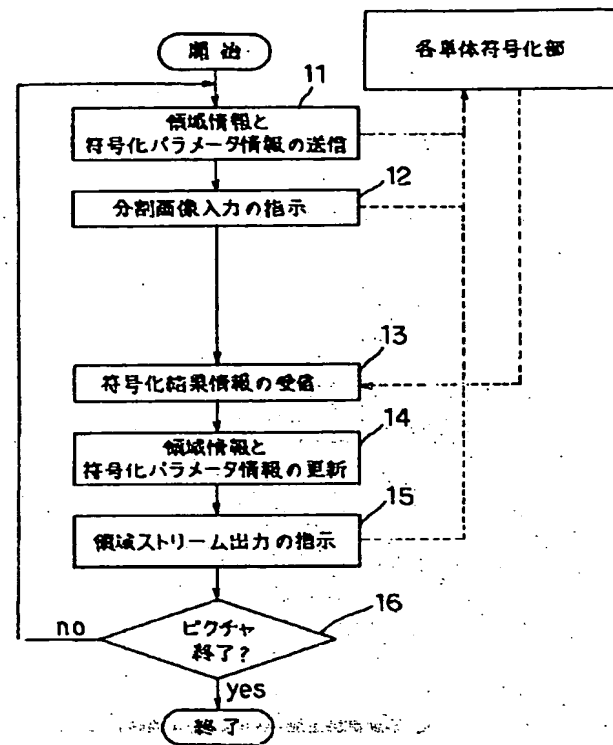
【図6】



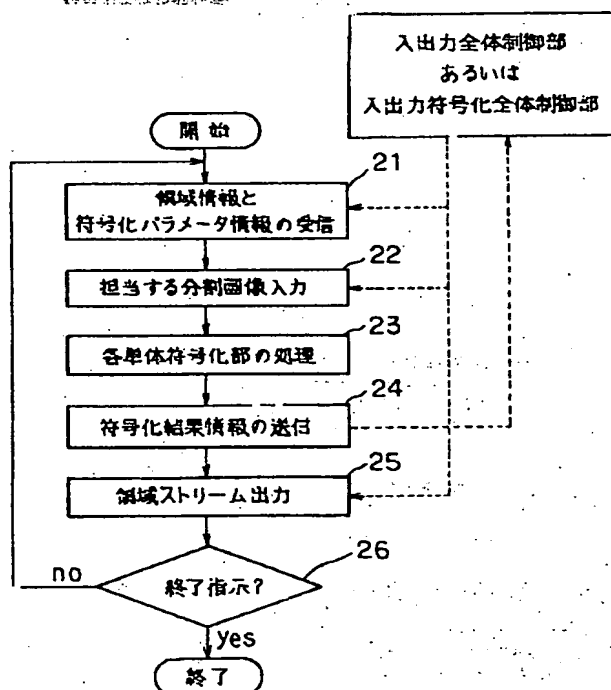
【図1】



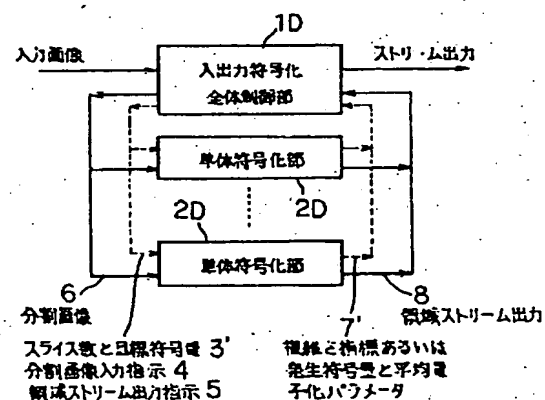
【図2】



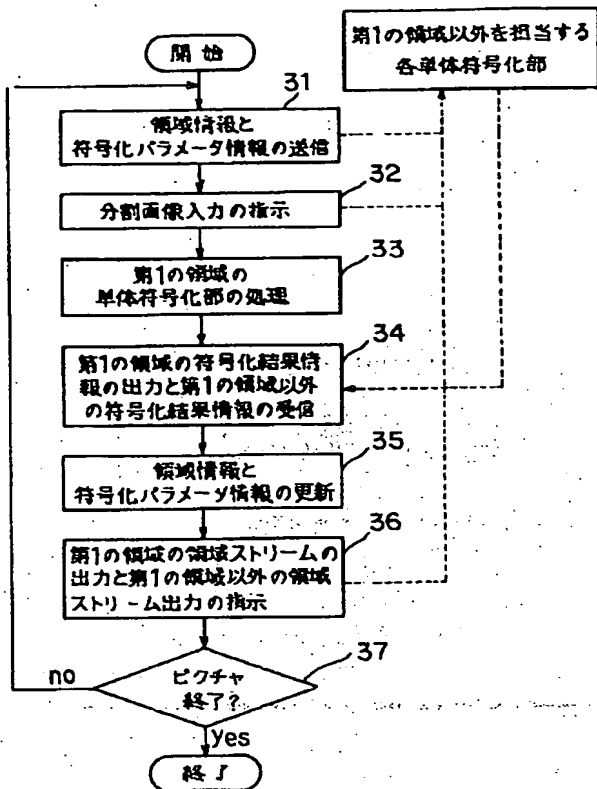
【図3】



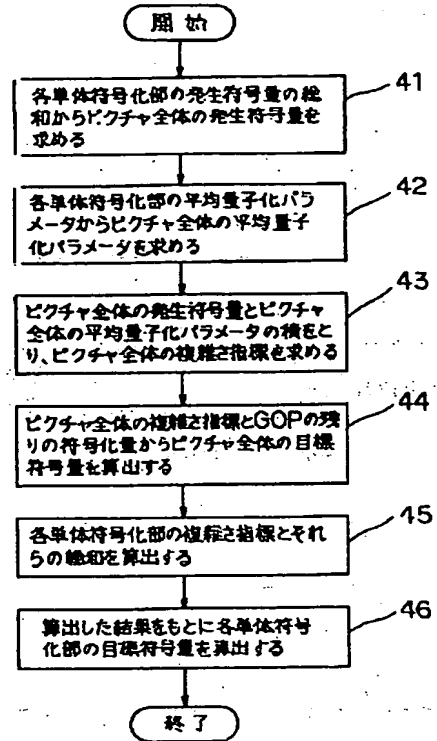
【図7】



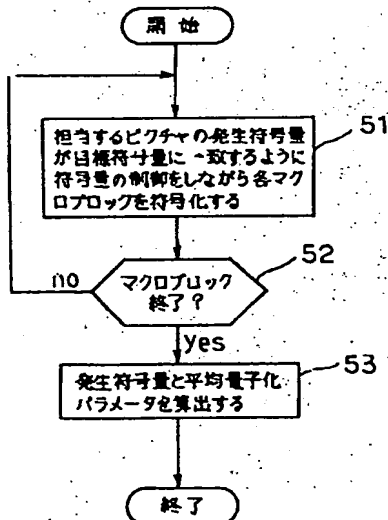
【図5】



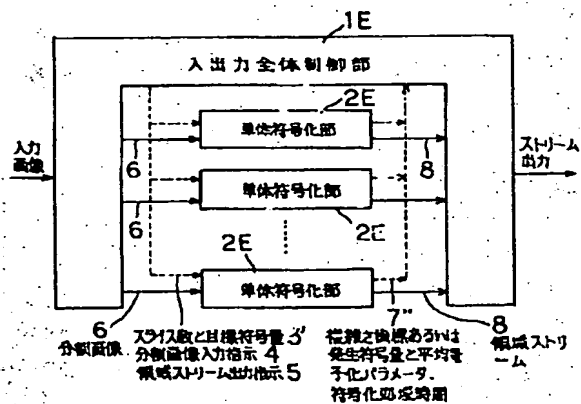
【図8】



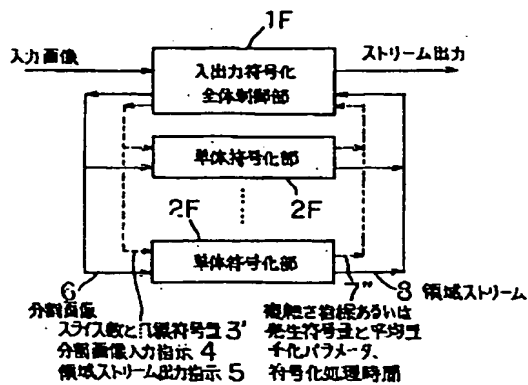
【図9】



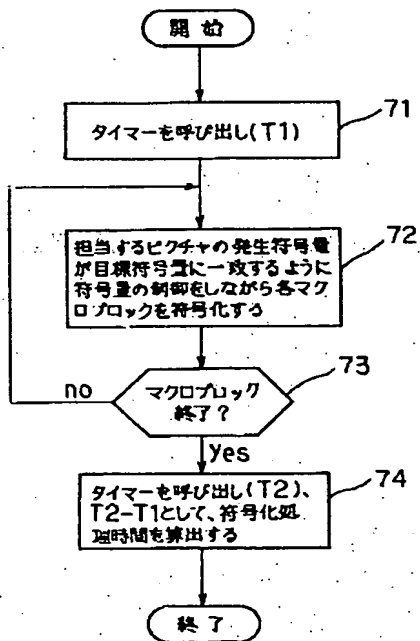
【図10】



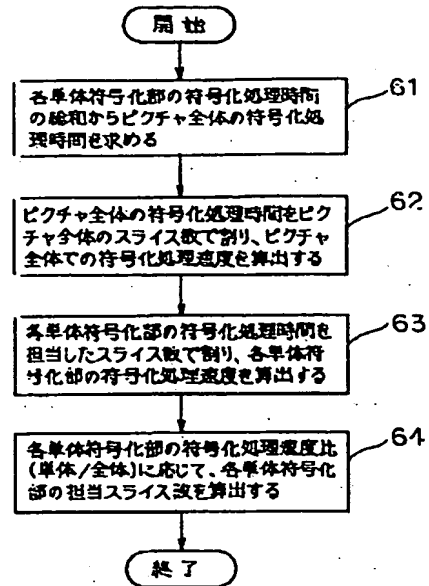
【図11】



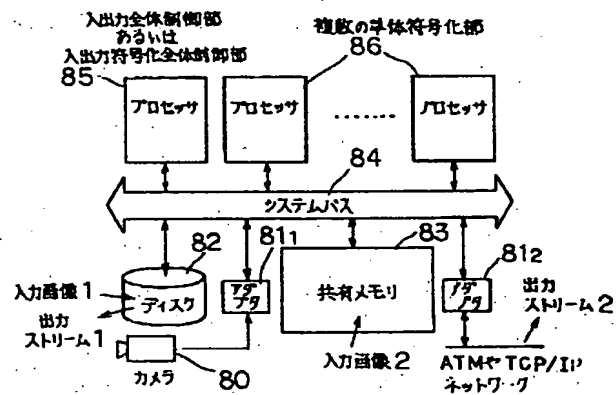
【図13】



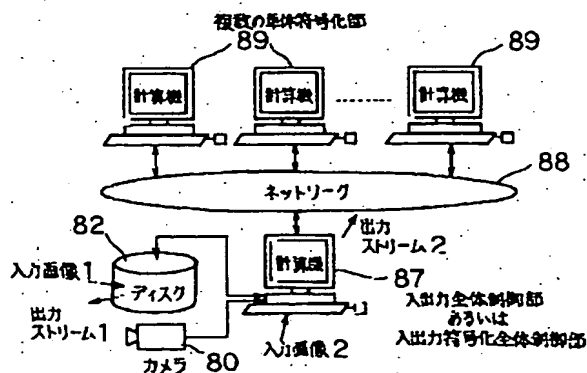
【図12】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

(72)発明者 遠藤 真
東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本
電信電話株式会社内

Fターム(参考) 5B057 CA16 CB18 CG02 CG07 CH04
5C059 KK10 KK13 MA00 PP21 RE02
SS20 SS26 TA19 TA46 TB03
TB04 TB06 TB07 TC10 TC18
TC27 TC38 TD03 TD06 UA02
UA39

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record.**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☒ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.